

DERWENT-ACC-NO: 1998-512047

DERWENT-WEEK: 199844

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Composite scanning electron-probe microscope
apparatus - computes distance between observation position
and scanning probes position from focus condition
of lens

PATENT-ASSIGNEE: HITACHI KEISOKU ENG KK[HITAN] , HITACHI LTD[HITA]

PRIORITY-DATA: 1997JP-0021780 (February 4, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 10223170 A	August 21, 1998	N/A
009 H01J 037/28		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP 10223170A	N/A	1997JP-0021780
February 4, 1997		

INT-CL (IPC): G01N037/00, H01J037/28

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 10223170A

BASIC-ABSTRACT:

The apparatus includes a scanning electron microscope which observes a specimen (5) using an electron beam focussed by a focus lens. A scanning probe microscope is arranged at a position different from the observation position.

The distance between the observation position and the scanning probe position is obtained from the focus conditions of the focus lens. The scanning probe position and the observation position is obtained from the computed distance.

ADVANTAGE - Observes situation easily and quickly.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/6

TITLE-TERMS: COMPOSITE SCAN ELECTRON PROBE MICROSCOPE APPARATUS
COMPUTATION

DISTANCE OBSERVE POSITION SCAN PROBE POSITION FOCUS
CONDITION LENS

DERWENT-CLASS: S03 V05

EPI-CODES: S03-E06B1; V05-F01A1B;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-399760

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-223170

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 J 37/28

H 0 1 J 37/28

B

X

G 0 1 N 37/00

G 0 1 N 37/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-21780

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月4日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233240

日立計測エンジニアリング株式会社

312 茨城県ひたちなか市堀口字長久保832番地2

(72) 発明者 森本 剛司

茨城県ひたちなか市堀口字長久保832番地

2 日立計測エンジニアリング 株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦 (外1名)

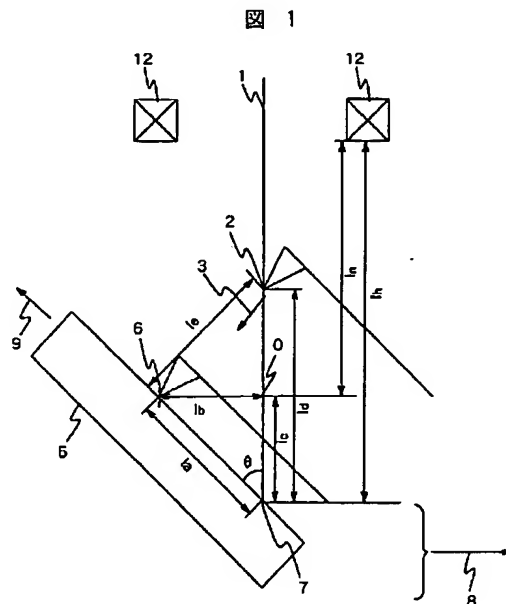
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査電子顕微鏡/走査プローブ顕微鏡複合装置

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、試料の観察されるべき部分を走査電子顕微鏡観察すると共に走査プローブ顕微鏡観察する場合に、その観察されるべき部分を容易かつ迅速に走査プローブ顕微鏡観察すべき状態に至らしめるのに適した走査電子顕微鏡/走査プローブ顕微鏡複合装置を提供することにある。

【解決手段】SPM観察位置7と探針(走査プローブ)先端2にフォーカスを合わせた場合の対物レンズ電流の差から距離 l_d を算出し、この値から l_a 、 l_b 、 l_e を算出し、試料5を l_a だけ、SPMステージ(19)を l_b だけ、そして探針を l_e だけそれぞれ移動させて、探針先端と観察されるべき点とを一致させる。



$$\begin{aligned} l_a &= l_d \cos \theta & l_b &= l_d \sin \theta \cos \theta \\ l_c &= l_d \cos^2 \theta & l_e &= l_d \sin \theta \end{aligned}$$

【特許請求の範囲】

【請求項1】集束レンズにより集束された電子線を用いて試料の観察されるべき部分を走査電子顕微鏡観察すると共に、前記観察されるべき部分の位置とは異なる位置にある走査プローブと前記観察されるべき部分の位置とを一致させて前記走査プローブを用いて前記観察されるべき部分を走査プローブ顕微鏡観察する走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置において、前記観察されるべき部分の位置及び前記走査プローブの位置に前記電子線を用いてそれぞれ焦点合わせしたときの前記集束レンズの集束条件にもとづいて前記観察されるべき部分の位置及び前記走査プローブの位置間の距離を算出し、該算出された距離にもとづいて前記走査プローブの位置と前記観察されるべき位置とを自動的に一致させる手段を備えていることを特徴とする走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置。

【請求項2】前記試料は前記電子線の軸に対して傾斜して配置されていることを特徴とする請求項1に記載された走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置。

【請求項3】前記走査プローブを前記試料の表面に向かう方向に、前記試料及び前記走査プローブを前記電子線の軸と実質的に直交する方向に、そして前記試料をその表面に対して実質的に平行な方向にそれぞれ移動する手段を備え、前記一致手段はそれらの移動により前記観察されるべき位置と前記走査プローブとを一致させるように前記移動手段を制御することを特徴とする請求項2に記載された走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置。

【請求項4】前記それぞれの移動は、そのそれぞれの移動時間が、前記観察されるべき位置と前記走査プローブとが一致するまでに要する時間と一致するように制御されることを特徴とする請求項3に記載された走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置。

【請求項5】前記走査プローブを前記試料表面に向かう方向及び前記電子線の軸に対して実質的に直交する方向にそれぞれ移動する手段を備え、前記一致手段はそれらの移動により前記観察されるべき位置と前記前記走査プローブとを一致させるように前記移動手段を制御することを特徴とする請求項2に記載された走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置。

【請求項6】前記それぞれの移動は、そのそれぞれの移動時間が、前記観察されるべき位置と前記走査プローブとが一致するまでに要する時間と一致するように制御されることを特徴とする請求項5に記載された走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置。

【請求項7】前記一致手段は前記走査プローブが前記試料表面と接触する直前において自動的に停止するように前記移動手段を制御することを特徴とする請求項3～6のいずれかに記載された走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置。

【請求項8】前記観察されるべき位置と前記走査プローブとが一致したときその一致した位置に前記電子線による焦点合わせが自動的に行われるようにしたことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載された走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置、特に記録媒体などの評価に利用するのに適した走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置に関する。

【0002】

【従来の技術】走査トンネル顕微鏡（STM）や原子間力顕微鏡（AFM）は走査プローブ顕微鏡（SPM）として知られている。一般のSPM像観察において、SPM観察位置の特定には光学顕微鏡やCCDカメラが用いられている。しかし、この方法でミクロンオーダーの特定位置のSPM像観察を行う場合、光学顕微鏡やCCDカメラの最大倍率が1000倍程度であるため、広い領域のSPM像観察から初めて、徐々に観察領域を狭め、観察位置を特定する必要がある。そのため、目的とするSPM像を得る前にSPM探針先端が試料表面上を何度も走査することになり、SPM探針先端の摩耗によるSPM像の像質劣化が懸念された。

【0003】走査電子顕微鏡（SEM）の試料室内にSPMを備えたSEM/SPM複合システムは、SEM像によりミクロンオーダーのSPM観察位置の特定を容易に行うことができるため、SPM探針（走査プローブ）先端の摩耗を防ぐという面で有効である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の技術では、以下に示すようにSEMにより特定したSPM観察位置に走査プローブをアプローチさせる操作が煩雑であった。

【0005】SEM/SPM複合システムにおけるSEM電子線照射位置（SEM観察されるべき位置）とSPM探針駆動および試料微動の関係を図1に示す。電子線軸1を通る電子線は探針（走査プローブ）先端2及び試料5に45°の角度から照射される。このため、電子線軸1上に探針先端2と試料5上のSPM観察位置7がある場合には、両者はSEM像上に同時に表示される。

【0006】しかし、矢印3で示されるように探針先端2を試料5に近付けると、探針のアプローチ位置6はSPM観察位置7から大きくずれてしまう。このため、まず探針先端2を試料5にわずかに近付けた後、矢印8に示すように探針先端2及び試料5を移動し、探針先端2と電子線軸1を一致させる。このとき、SPM観察位置7は電子線軸1からずれるため、試料5を矢印9の方向に移動し、SPM観察位置7を電子線軸1上に位置づける。そのような作業は、探針先端2が試料5上のSPM観察位置7にアプローチするまで繰り返す行う。

【0007】本発明の目的は、電子線を用いて試料の観

察されるべき部分を走査電子顕微鏡観察すると共に、前記観察されるべき部分の位置とは異なる位置にある走査プローブと前記観察されるべき部分の位置とを一致させて前記観察されるべき部分を走査プローブを用いて走査プローブ顕微鏡観察する場合に、前記観察されるべき部分を容易かつ迅速に走査プローブ顕微鏡観察すべき状態に至らしめるのに適した走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、集束レンズにより集束された電子線を用いて試料の観察されるべき部分を走査電子顕微鏡観察すると共に、前記観察されるべき部分の位置とは異なる位置にある走査プローブと前記観察されるべき部分の位置とを一致させて前記走査プローブを用いて前記観察されるべき部分を走査プローブ顕微鏡観察する走査電子顕微鏡／走査プローブ顕微鏡複合装置において、前記観察されるべき部分の位置及び前記走査プローブの位置に前記電子線を用いてそれぞれ焦点合わせしたときの前記集束レンズの集束条件にもとづいて前記観察されるべき部分の位置及び前記走査プローブの位置間の距離を算出し、該算出された距離にもとづいて前記走査プローブの位置と前記観察されるべき位置とを自動的に一致させる手段を備えていることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】図1に示されるように、観察されるべき位置7に電子線を用いてフォーカスを合わせたときの対物レンズ電流値 I_s と探針（走査プローブ）先端2にフォーカスを合わせたときのSEM対物レンズ電流値 I_p を記録（記憶）しておく。

【0010】まず、 I_s から対物レンズ12と観察されるべき位置7までの距離 l_b を算出する。次に、 $(I_s - I_p)$ から探針先端2と観察されるべき位置7間の距離 l_d を求め、 l_d から試料面上の、探針のアプローチ位置6と観察されるべき位置7との距離 l_a ($l_a = l_d \cos \theta$)、探針のアプローチ位置6と電子線軸1との距離 l_b ($l_b = l_a \sin \theta = l_a \sin \theta \cos \theta$)、探針のアプローチ位置6と電子線1上の0点までの距離 l_c ($l_c = l_a \cos \theta = l_d \cos^2 \theta$)及び探針先端2の移動量 l_e ($l_e = l_d \sin \theta$)を算出する。ただし、 θ は電子線軸1と試料5の面のなす角（傾斜角）である。

【0011】更に、 $(l_b - l_c)$ から対物レンズ12とステージ駆動後の探針のアプローチ位置6との距離 l_n を算出し、このときの対物レンズ電流値 I_n を算出する。探針を試料表面から停止させる距離 a を入力した後、自動で探針のアプローチをするモードを選択すると、 $(l_e - a)$ 及び探針の駆動速度 v_z から探針のアプローチに要する時間 t_z ($t_z = (l_e - a) / v_z$)を算出する。探針先端2は試料面に対して垂直方向にアプローチする。したがって、 l_d から求められた探針先端2の移動軌跡 l_e ($l_e = l_d \sin \theta$)と l_a は直

交する。そして、試料ステージは駆動速度 v_a ($v_a = l_a / t_z$)に自動設定され、矢印9の方向（試料面と平行な方向）に l_a だけ自動駆動されて、観察されるべき位置7と探針のアプローチ位置6が一致する。また、SPMステージは駆動速度 v_b ($v_b = l_b / t_z$)に自動設定され、矢印8の方向（電子線軸と直交する方向）に l_b だけ自動駆動されて、探針のアプローチ位置6が電子線1上に移動する。

【0012】更に、SEM対物レンズ電流を速度 v_n ($v_n = (I_p - I_n) / t_z$)で I_p から I_n に変化させることにより、探針先端2はこれにフォーカスが合いながらアプローチしていく。 v_n を $v_n = (I_p - I_n) / t_z$ として対物レンズ電流を I_p から I_n に変化させると、探針先端2は観察されるべき位置7にフォーカスが合った状態でアプローチしていく。これらの動作は、 $a = 0$ と設定されるまで繰り返される。ここで、 a は一般的には数10 μm 程度でよい。

【0013】なお、 θ がゼロの場合は、探針先端2と観察されるべき位置7とを一致させるためには探針を試料面と直交する方向に移動させるだけでよい。

【0014】上記のように、試料ステージの駆動、SPMステージの駆動および探針のアプローチは同じ時間内で行われるため、探針先端2の観察されるべき位置7へのアプローチを走査電子顕微鏡観察しながら容易かつ迅速に行うことができる。

【0015】なお、探針のアプローチをマニュアルで行うモードを選択した場合は、試料ステージを矢印9の方向へ l_a 移動させて観察されるべき位置7と探針のアプローチ位置6を一致させる。次に、SPMステージを矢印8の方向に l_b だけ移動させて探針のアプローチ位置6を電子線軸1上に移動させる。その後、探針のアプローチを実行させると、探針先端2が $(l_e - a)$ だけ移動する。この動作は、 $a = 0$ と設定されるまで繰り返される。このとき、ワーキングディスタンスが I_n になるように対物レンズ電流が設定され、観察されるべき位置7にフォーカスが合うように自動調整される。

【0016】また、図2に示すように、探針に独立したXY駆動機構を設けた場合、探針Z駆動部10を矢印8の方向（電子線軸1と直交する方向）に l_f ($l_f = l_d \tan \theta$)だけ自動移動した後、探針をZ方向（試料面に垂直な方向すなわち3の方向）に l_g ($l_g = l_d / \sin \theta$)だけ移動させて探針のアプローチを行うと、上記と同様に、観察されるべき位置7への探針先端2のアプローチが可能となる。この場合でも、探針を試料表面から停止させる距離 a を入力した後、自動で探針のアプローチをするモードを選択すると、探針の駆動速度 v_z と $(l_g - a)$ から探針先端2がアプローチするまでに要する時間 t_z を算出し、探針ステージを駆動速度 v_f ($v_f = l_f / t_z$)で駆動すると共に対物レンズ電流を変化速度 v_n ($v_n = (I_p - I_n) / t_z$)で I_p から I_n に変化させると、探針先端2にフォーカスが合った状態で探針のアプローチが行われる。対物レンズ電流を変化速度 v_n ($v_n = (I_s - I_n) / t_z$)で I_s から I_n に変化させると、

観察されるべき位置7にフォーカスが合った状態で探針先端のアプローチが行われる。

【0017】また、探針のアプローチをマニュアルで行うモードを選択すると、探針ステージが矢印11の方向に l_f だけ移動させ、その後、Z方向に探針のアプローチを実行させると、探針先端2が(l_g-a)移動する。このとき、ワーキングディスタンスが l_h になるように対物レンズ電流が設定され、SPM観察位置7にフォーカスが自動調整される。

【0018】これによって、探針先端2の、観察されるべき位置7へのアプローチを走査電子顕微鏡で観察しながら行うことができる。

【0019】

【実施例】図3は本発明にもとづく一実施例を示す。試料5は電子線軸1に対して 45° の角度だけ傾斜した状態で、試料駆動モータ20を介してSPMステージ19に、試料面と平行な方向(9の方向)に移動可能なるようにセットされている。探針(走査プローブ)2はZ駆動部10に取り付けられ、該Z駆動部はZ駆動モータ21を介してZ方向(試料面と直交する方向、すなわち3の方向)に移動可能なるようにSPMステージ19にセットされている。SPMステージ19は電子線軸1と直交する方向(水平方向すなわち8の方向)に移動可能にされている。

【0020】対物レンズ12は走査電子顕微鏡観察用のもので、その励磁電流はレンズ電源13から与えられる。レンズ電流は電圧として検出され、その電圧信号はA/D変換器14によりA/D変換されてコンピュータ15に与えられる。また、コンピュータ15からのレンズ電流制御信号はD/A変換器28によりD/A変換され、対物レンズ電流を制御するのに用いられる。

【0021】コンピュータ15からはZ駆動モータ制御信号、試料駆動モータ制御信号及びSPMステージ駆動モータ制御信号を発生する。Z駆動モータ制御信号はD/A変換器24によりD/A変換されて駆動電源25に与えられ、Z駆動モータ21を制御するのに用いられる。試料駆動モータ制御信号はD/A変換器22によりD/A変換されて駆動電源23に与えられ、試料駆動モータ20を制御するのに用いられる。SPMステージ駆動モータ制御信号はD/A変換器24によりD/A変換されて駆動電源25に与えられ、Z駆動モータ21を駆動するのに用いられる。各部の駆動制御や対物レンズ電流の設定及び制御はコンピュータ15の制御にもとづいて行われる。そこで、探針先端2の、試料5の観察されるべき部分の位置7との一致動作及びフォーカス合わせについて図4のフローを参照しながら説明する。

【0022】探針先端及び観察されるべき部分の位置(フロー図ではSPM観察位置)の走査電子顕微鏡像を表示する(1)。これは、図示は省略されているが、対物レンズ12によって集束された、電子線軸1を通る電子

線を2次的に偏向し(これによって試料5の観察されるべき位置7の部分は集束された電子線で2次的に走査される)、それによって試料から発生される情報信号、典型的には2次電子信号、を検出し、これをCRTに輝度変調信号として導入すると同時にCRTの走査を試料の走査と同期して走査することによって達成される。

【0023】対物レンズ12の励磁電流を調節して電子線によるフォーカス(走査電子顕微鏡観察のフォーカス)を観察されるべき位置に合わせる(2)。Isメモリボタンを押して(3)、そのときの対物レンズ電流Isを記録(記憶)し(4)、そしてIsから l_h を算出する(5)。

【0024】電子線によるフォーカスを探針先端2に合わせる(6)。これは対物レンズ電流を調節することによって可能である。Ipメモリボタンを押して(7)、そのときの対物レンズ電流Ipを記録(記憶)し(8)、 I_s-I_p から l_d を算出する(9)。更に、 l_d から l_a 、 l_b 、 l_c 、 l_e を算出する(10)と共に、 l_h-l_c から l_n を算出する(11)。

【0025】続いて、探針アプローチのとき、アプローチ直前で探針を一時停止させるかどうかの判断が行われ(12)、一時停止の場合は、何 μm 前で停止するかその数値(たとえば $10\mu m$)を入力し(13)、その数値をaとして記録(記憶)する(14)。一時停止しない場合は、a=0として記録(記憶)を行う(15)。

【0026】その後、探針の移動と探針のアプローチを同時に行うかどうかの判断が行われ(16)、同時に行う場合は、 l_e-a 、 v_z から t_z を算出する(17)と共に、 t_z から v_a 、 v_b 、 v_n を算出する(18)。その結果にもとづいて、探針を試料面と直交する方向(3の方向)に l_e-a だけ、試料を試料面と平行な方向(9の方向)に v_a の速度で l_e だけ、SPMステージを電子線軸と直交する方向(8の方向)に v_b の速度で l_b だけそれぞれ移動させ(19)、(20)、(21)、同時に対物レンズ電流を v_n の速度でIp(Isでもよい)から I_n に変化させる(22)。そして、a=0かどうかの判断が行われ(23)、そうであるならそれで終了する。

【0027】ステップ(16)の判断結果として、探針移動と探針のアプローチを同時に行わない場合は、ステージの移動を行うかどうかの判断が行われ(24)、その移動が行われない場合はフローは初めに戻り、移動が行われる場合は、試料ステージを9の方向(試料面と平行な方向)に l_a だけ、SPMステージを8の方向(電子線軸と直交する方向)に l_b だけそれぞれ移動する((25)、(26))。

【0028】続いて、探針のアプローチを行うかどうかの判断がなされ(27)、アプローチを行う場合は更にアプローチ前にステージのマニュアル駆動を行うかどうかの判断がなされ(28)、マニュアル駆動を行う場合

は、試料ステージ、SPMステージのマニュアル駆動を行う(29)。

【0029】その後、探針のアプローチ位置は試料から $a\mu\text{m}$ (たとえば $10\mu\text{m}$)でよいかどうかの判断がなされる(30)。よい場合は、(19)以降のステップを実行し、よくない場合は、希望する値を入力し(31)、これを a として記録(記憶)(32)した後、(19)以降のステップを実行する。

【0030】ステップ(27)の判断結果として、探針のアプローチをしない場合は、最初からやり直すかどうかの判断がなされ(33)、やり直す場合はフローの初めに戻り、やり直さない場合は、それで終了する。

【0031】図5は本発明にもとづくもう一つの実施例を示す。この実施例は探針先端と試料の観察されるべき位置とを一致させる場合、これを、探針をXY方向(電子線軸と直交する方向すなわち8の方向)とZ方向(試料面と直交する方向すなわち3の方向)に移動させることによって達成しようとするもので、探針のZ駆動部10に探針のXY駆動モータ29が備えられている。コンピュータ15からのXY駆動モータ制御信号はD/A変換器16によってD/A変換されて、駆動電源27に与えられ、XY駆動モータ29を制御するのに用いられる。

【0032】その動作フローを図6に示す。図6において、図4と同じ符号は実質的に同じステップを示す。図4と相違する点は、ステップ(9)の後、 l_d から l_f 、 l_g を算出し、そしてステップ(16)の後、 l_g-a 、 v_z から t_z を算出する(17')と共に、 t_z から v_f 、 v_n を算出し(18')、探針のZ駆動を3の方向(試料面と直交する方向)に v_z の速度で l_g-a だけ、探針ステージを8の方向(電子線軸と直交する方向)に v_f の速度で l_f だけそれぞれ移動させることである。

【0033】

【発明の効果】本発明によれば、電子線を用いて試料の観察されるべき部分を走査電子顕微鏡観察すると共に、前記観察されるべき部分の位置とは異なる位置にある走査プローブと前記観察されるべき部分の位置とを一致さ

せて前記観察されるべき部分を走査プローブを用いて走査プローブ顕微鏡観察する場合に、前記観察されるべき部分を容易かつ迅速に走査プローブ顕微鏡観察すべき状態に至らしめるのに適した走査電子顕微鏡/走査プローブ顕微鏡複合装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の走査電子顕微鏡/走査プローブ顕微鏡複合装置において、試料表面と平行する方向への試料移動、試料表面と直交する方向への探針(走査プローブ)移動及び電子線軸と直交する方向へのSPMステージ移動を行うことによって探針(走査プローブ)と試料の観察されるべき位置とを一致させる原理を説明するための図。

【図2】本発明の走査電子顕微鏡/走査プローブ顕微鏡複合装置において、電子線軸と直交する方向及び試料表面と直交する方向に探針(走査プローブ)を移動させることによって探針(走査プローブ)と試料の観察されるべき位置とを一致させる原理を説明するための図。

【図3】本発明にもとづく一実施例を示す走査電子顕微鏡/走査プローブ顕微鏡複合装置の主要部の概要図。

【図4】図1の原理にもとづく図3の装置の動作フロー図。

【図5】本発明にもとづくもう一つの実施例を示す走査電子顕微鏡/走査プローブ顕微鏡複合装置の主要部の概要図。

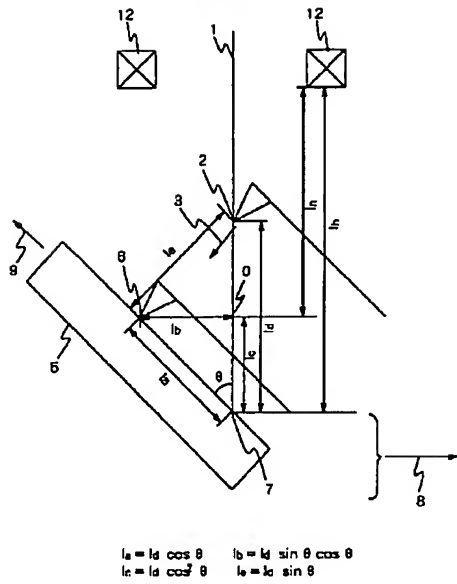
【図6】図2の原理にもとづく図3の装置の動作フロー図。

【符号の説明】

1：電子線軸、2：探針先端、5：試料、6：探針のアプローチ位置、7：観察されるべき位置(SPM観察位置)、10：探針Z駆動部、12：対物レンズ、13：レンズ電源、14：A/D変換器、15：コンピュータ、16、22、24、26：D/A変換器、17、23、25、27：駆動電源、18：SPMステージ駆動モータ、19：SPMステージ、20：試料駆動モータ、21：探針Z駆動モータ、28：探針ステージ、29：探針XY駆動モータ。

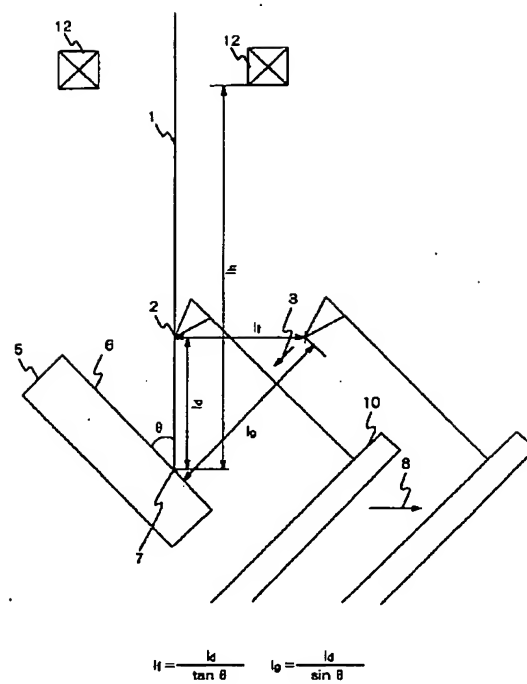
【図1】

図 1



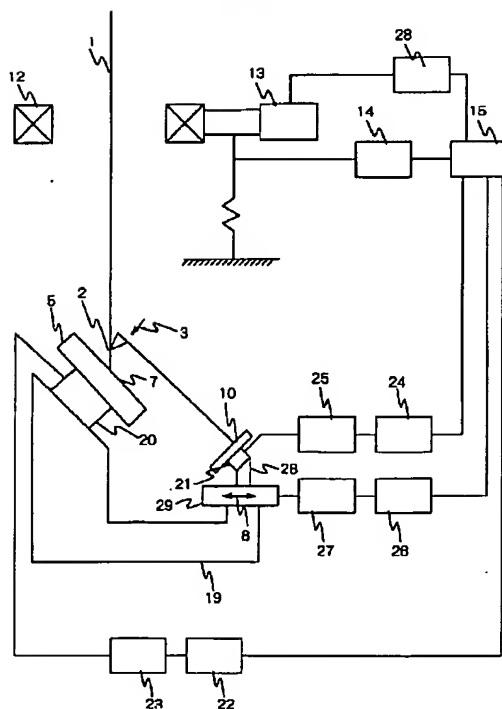
【図2】

図 2



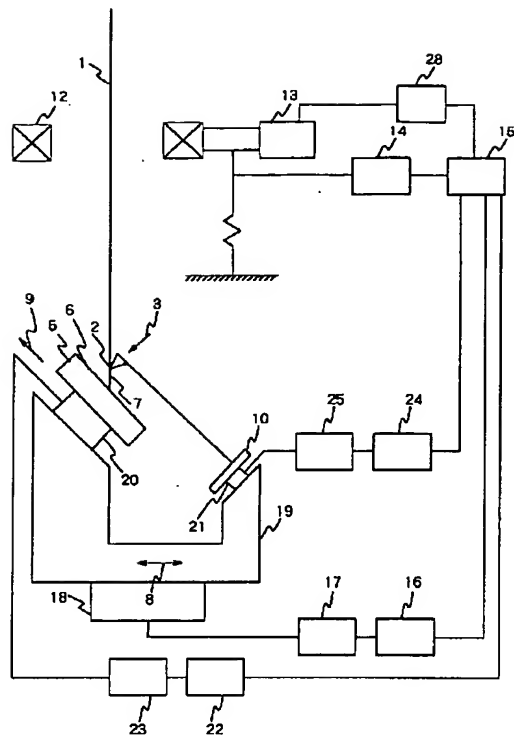
【図5】

図 5



【図3】

図 3



【図4】

4

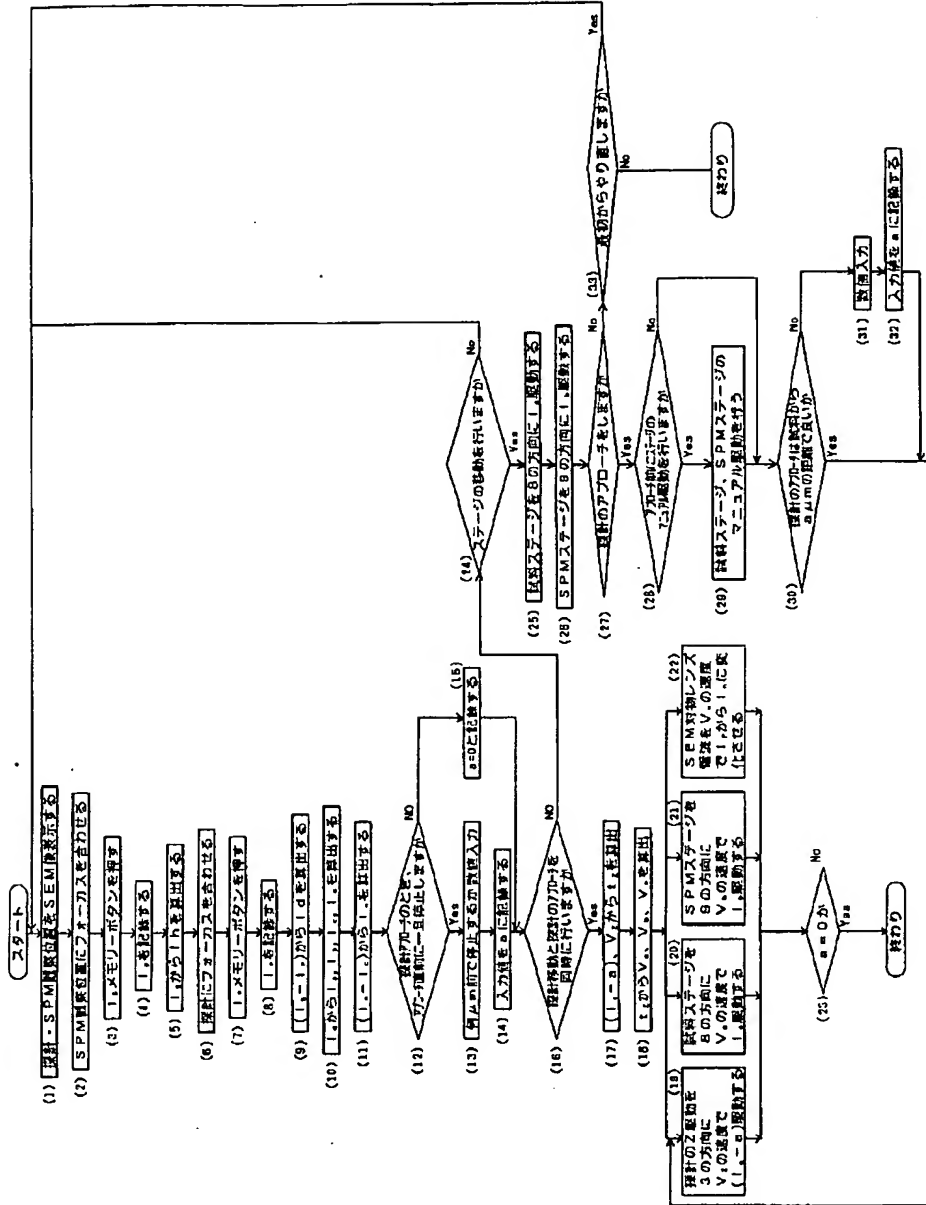
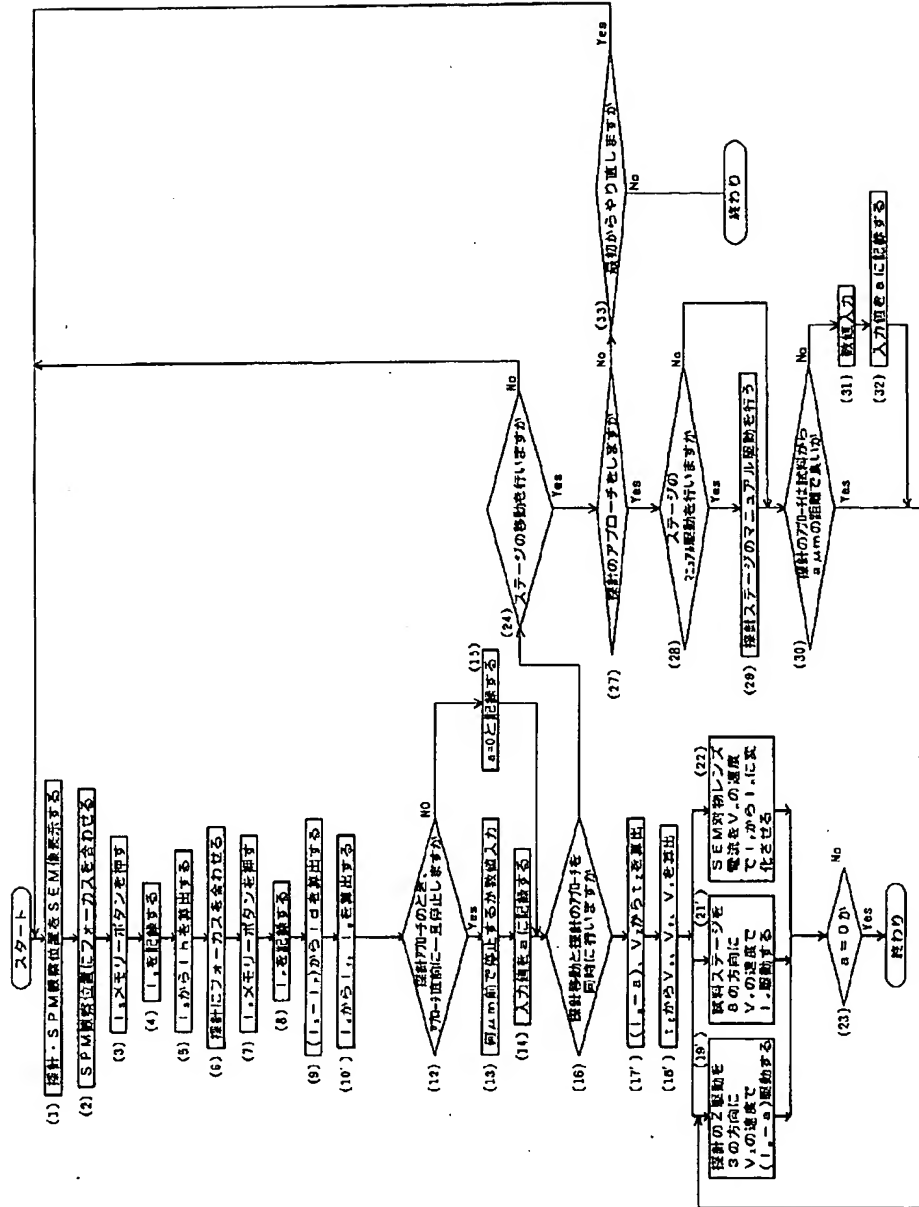


圖 6



(72)発明者 山田 満彦
茨城県ひたちなか市堀口字長久保832番地
2 日立計測エンジニアリング 株式会社
内